

511,734

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESEN (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



18 OCT 2004



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/088368 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 31/115**

(74) Anwalt: **GILLE HRABAL STRUCK NEIDLEIN  
PROP ROOS**; Brucknerstr. 20, 40593 Düsseldorf (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/03485

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. April 2003 (03.04.2003)

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 17 426.1 18. April 2002 (18.04.2002) DE

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH** [DE/DE]; 52425 Jülich (DE).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

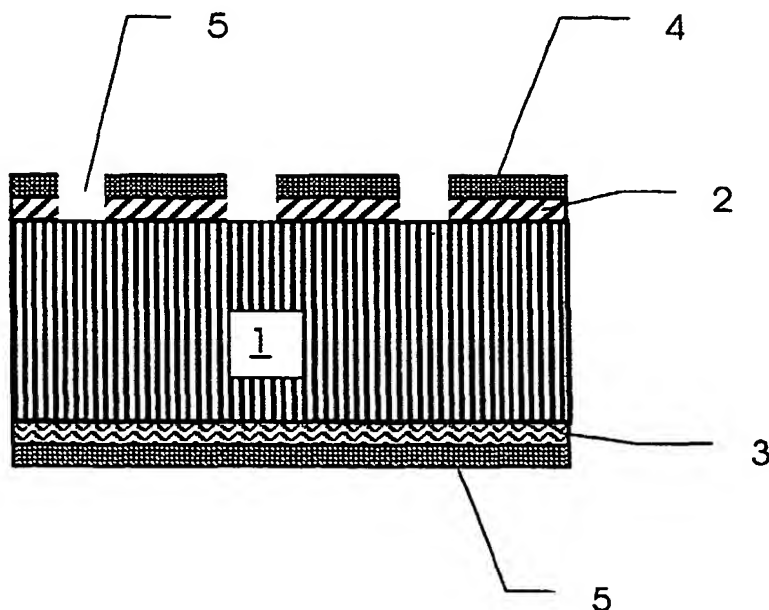
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PROTIC, Davor** [HR/DE]; Alte Dürener Str. 19, 52428 Jülich (DE).  
**KRINGS, Thomas** [DE/DE]; Vikariestr. 29, 52441 Linnich (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: POSITION-SENSITIVE GERMANIUM DETECTORS HAVING A MICROSTRUCTURE ON BOTH CONTACT SURFACES

(54) Bezeichnung: ORTSEMPFINDLICHE GERMANIUMDETEKTOREN MIT MIKROSTRUKTUR AUF BEIDEN KONTAKTFLÄCHEN



(57) Abstract: The invention relates to a high-resolution detector used to measure charged particles in a surface area that is formed by an amorphous layer and a superimposed, structured metal layer, whereby the structure of the metal layer extends right into the amorphous layer.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen ortsaufauflösenden Detektor für die Messung von geladenen Teilchen mit einem Oberflächenbereich, der durch eine amorphe Schicht und eine darüber befindliche, strukturierte metallische Schicht gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur der metallischen Schicht in die amorphe Schicht hinein fortgesetzt ist.



WO 03/088368 A2

Ortsempfindliche Germaniumdetektoren mit Mikrostruktur auf beiden Kontaktflächen

5

Die Erfindung betrifft einen ortsauflösenden Detektor für die Messung von geladenen Teilchen oder Photonen. Ferner betrifft die Erfindung einen Tomographen oder eine Compton-Kamera mit einem derartigen Detektor.

10

Ein Detektor der eingangs genannten Art ist der Druckschrift „High Purity Germanium Position-Sensitive Detector for Positron Annihilation Experiments“, G. Riepe, D. Proff, R. Kurz, W. Triftshäuser, Zs. Kajcsos and J. Winter, Proceedings 5<sup>th</sup> Int. Conf. Positron Annihilation, (Japan, 1979) zu entnehmen. Hieraus ist ein aus sehr reinem kristallinen Germanium bestehender Detektor bekannt, der beidseitig mit Mikrostrukturen versehen

15 worden ist. Auf einer Seite des Detektors wurde Phosphor und auf der anderen Seite Bor implantiert. Die Implantation erfolgte durch Ionenimplantation.

20

Gelangt ein geladenes Teilchen oder Photon in den Detektor, so erzeugt es im Bereich des kristallinen Germaniums Elektron-Loch-Paare. Die jeweilige Ladung wandert zum entsprechenden Kontakt und wird hier ausgelesen. Die ortsabhängig gemessene Ladung stellt ein Maß für die gesuchte Information dar.

25

Insbesondere mit Bor dotierte Kontakte können durch Ionenimplantation sehr einfach hergestellt werden.

30

Mit Phosphor zu implantieren, ist grundsätzlich ebenfalls ein technisch sehr einfaches Verfahren. Nachteilhaft treten jedoch Strahlenschäden auf, die zu p<sup>+</sup>-Dotierung in einer Schicht führen, die eigentlich einen n- oder n<sup>+</sup>-Kontakt darstellen soll. Entsprechend störend wirken sich die Strahlenschäden aus.

35

Zur Lösung des Problems der Strahlenschäden wird versucht, den Detektor zu tempern. Dies erfolgt bei Temperaturen von typischerweise 350 bis 400°C. Durch den Temperschnitt werden Strahlenschäden minimiert, so dass nach erfolgreicher Durchführung ein guter n- oder n<sup>+</sup>-Kontakt in der betreffenden Schicht erreicht wird.

Nachteilhaft weist ein Kristall an der Oberfläche regelmäßig Verunreinigungen, insbesondere aufgrund von vorliegendem Kupfer auf. Kupfer diffundiert bei den für das Tempern erforderliche Temperaturen typischerweise sehr schnell in den Kristall hinein. Häufig führt dies zu solchen Störeffekten, dass der Detektor insgesamt unbrauchbar wird.

5 Das sehr teure Material kann nicht wieder verwendet werden. Das Herstellungsverfahren ist aufgrund der hohen Ausfallquote sehr teuer.

Um zu einem ortsauflösenden Detektor zu gelangen, werden die n- bzw. p-Schichten mit Strukturen versehen. Die Strukturen können durch ein lithographisches Verfahren erzeugt werden. Lithographische Verfahren gehören zum allgemeinen Fachwissen. Ein lichtempfindlicher Lack wird bei einem photolithographischen Verfahren auf die Oberfläche aufgetragen, die strukturiert werden soll. Durch eine Maske hindurch wird der lichtempfindliche Lack teilweise belichtet. Mittels Plasmaätzen werden anschließend Gräben in die Oberfläche an den belichteten Stellen des Photolacks eingebracht. Die

10 n-Schicht bzw. p-Schicht liegt dann strukturiert vor. Hierunter ist zu verstehen, dass die als n- oder p-Kontakt wirkende Schicht in einzelne Segmente unterteilt ist, die durch Gräben voneinander getrennt sind. Diese getrennten Elemente werden in der Literatur vielfach als Ortelemente bezeichnet. Abschließend kann die Lackschicht zum Beispiel durch chemisches Ätzen entfernt werden.

20 Die Strukturierung kann beidseitig streifenförmig erfolgen. Die Streifen auf der einen Seite sind dann zum Beispiel senkrecht relativ zu den Streifen auf der anderen Seite ausgerichtet. Im Prinzip sind jedoch beliebige geometrische Muster möglich. So wurde bereits eine spiralförmige Strukturierung zu beiden Seiten vorgesehen. Die Spiralen

25 verliefen entgegengesetzt, so dass ebenfalls eine Ortsauflösung möglich war.

Weitere Beispiele für mögliche Strukturierungen finden sich in der Druckschrift „Nuclear Instruments & Methods in Physics research, Section A, A 421 (1999) 447-457, M. Betigeri et al.“.

30 Die bekannten Strukturen können auch bei der Erfindung vorgesehen sein.

Um die problematische Phosphorschicht zu vermeiden, ist bereits versucht worden, Phosphor durch Lithium zu ersetzen. Nachteilhaft sind mit Lithium jedoch nicht so feine

35 Strukturen wie beim Phosphor möglich. Ursache hierfür ist, dass Lithium sehr tief in den

Kristall eindringt. Lithographische Verfahren einschließlich Plasmaätzen können nicht mehr angewendet werden, da die erforderlichen Tiefen nicht erreicht werden. Es ist daher erforderlich, die Lithiumschicht durch Sägen zu strukturieren. Diese Technik ermöglicht jedoch nicht so feine Auflösungen, wie sie durch lithographische Verfahren erreicht werden können. Es lassen sich also mit einem Detektor, der auf einer Seite mit Lithium dotiert ist, keine sehr großen Ortsauflösungen erzielen.

Aufgrund der Dicke der Lithiumschicht, die typischerweise 200 bis 1000  $\mu\text{m}$  tief ist, lassen sich ferner nachteilhaft keine Transmissionsdetektoren bereitstellen.

10

Um eine Phosphorschicht und die damit verbundenen Nachteile zu vermeiden und dennoch zu hohen Ortsauflösungen einschließlich eines Transmissionsdetektors zu gelangen, ist versucht worden, die Phosphorschicht durch eine amorphe Germaniumschicht zu ersetzen, die mit einer Aluminiumoberflächenschicht versehen worden ist. Ein solcher Stand der Technik ist beispielsweise aus der Druckschrift „A 140-element Germanium Detector Fabricated with Amorphous Germanium Blocking Contacts“, P.N. Luke et al, IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 41, No. 4, August 1994“ bekannt.

20 Aluminium kann durch andere Metalle wie Palladium oder Gold ersetzt sein.

Um beim vorgenannten Stand der Technik zur gewünschten Strukturierung zu gelangen, wird das Metall strukturiert und zwar streifenförmig aufgetragen. Beim Stand der Technik wird die amorphe Germaniumschicht nicht strukturiert. Diese ist nur sehr gering leitfähig, so dass die Strukturierung der metallischen Oberfläche genügt, um einen ortsauflösenden Detektor zu erhalten.

Versuche haben jedoch gezeigt, dass beim vorgenannten Detektor mit der strukturierten metallischen Oberfläche nur eine vergleichsweise schlechte Energieauflösung erreicht wird. Ferner treten bei der Energiebestimmung relativ viele Messfehler auf.

30

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Detektors der eingangs genannten Art mit einer verbesserten Genauigkeit bei der Energiebestimmung und einer verbesserten Energieauflösung bei der Messeung.

5

Die Aufgabe der Erfindung wird durch einen ortsauflösenden Detektor mit den Merkmalen des ersten Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Ein Verfahren zur Herstellung des Detektors ergibt sich aus dem nebengeordneten Anspruch.

10

Gelöst wird die Aufgabe durch einen ortsauflösenden Detektor für die Messung von geladenen Teilchen mit einem Oberflächenbereich, der durch eine amorphe Schicht und eine darüber befindliche, strukturierte metallische Schicht gebildet ist. Die Struktur der metallischen Schicht ist in die amorphe Schicht hinein fortgesetzt. Es kommt also  
15 erfindungsgemäß darauf an, dass nicht nur die metallische Oberfläche, sondern auch die darunter befindliche amorphe Schicht strukturiert ist. Die Strukturen stimmen überein.

Vorteilhaft reicht die Struktur der metallischen Schicht durch die amorphe Schicht hindurch bis in die Kristallstruktur hinein, auf der die amorphe Schicht aufgebracht ist.

20

Es hat sich gezeigt, dass die Messgenauigkeit bei der Energiebestimmung im Vergleich zum Stand der Technik erhöht wird, wenn die Strukturierung in die amorphe Schicht hineinreicht. Auch wird die erreichbare Energieauflösung deutlich verbessert. Die Verbesserungen gelingen insbesondere, wenn die Struktur durch die amorphe Schicht  
25 hindurchgeführt ist und bis in die darunter befindliche kristalline Struktur hineinreicht. Es genügen einige  $\mu\text{m}$  Tiefe der Struktur im kristallinen Bereich. Wenigstens 1  $\mu\text{m}$  tief, bevorzugt, wenigstens 5  $\mu\text{m}$  tief sollte die Struktur in den halbleitenden Bereich hineinreichen.

30

Sehr gute Ergebnisse wurden mit einer amorphen Schicht aus Germanium erzielt. Die metallische Schicht kann zum Beispiel aus Aluminium, Palladium oder Gold bestehen. Der kristalline Bereich unterhalb der amorphen Schicht besteht bevorzugt dann ebenfalls aus Germanium.

Um zu guten Ortsauflösungen zu gelangen, wird die Struktur durch Segmente gebildet, die untereinander einen Abstand von weniger als  $200\text{ }\mu\text{m}$ , insbesondere einen Abstand von weniger als  $100\text{ }\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von weniger als  $20\text{ }\mu\text{m}$  aufweisen. Die praktisch realisierbare Untergrenze liegt bei ca.  $1\text{ }\mu\text{m}$ . Die gewünschten kleinen  
5 Strukturen können beispielsweise durch ein photolithografisches Verfahren erzeugt werden.

Die amorphe Schicht ist grundsätzlich auf einem Halbleitermaterial aufgebracht. Die amorphe Schicht weist daher eine elektrische Leitfähigkeit auf, die wesentlich kleiner als  
10 die Leitfähigkeit des Material ist, welches sich unterhalb der amorphen Schicht befindet.

Erfindungsgemäß wird in einem Ausführungsbeispiel zur Herstellung zunächst eine amorphe Germaniumschicht auf kristallines Germanium aufgesputtert oder aufgedampft. Anschließend wird eine Metallschicht so z.B. eine Aluminiumschicht  
15 aufgedampft. Anschließend werden lithographisch die gewünschten Strukturen definiert hergestellt. Innerhalb der amorphen Germanium-Metall-Schicht werden Gräben so tief geätzt, dass diese wenigstens bis an den Germaniumkristallbereich herangelangen. Vorteilhaft reichen diese Gräben bis in den Germaniumkristall hinein.  
Auf der gegenüberliegenden Seite wurde durch Dotierung mit Bor und anschließender  
20 Mikrostrukturierung der Gegenkontakt ( $p^+$ ) bereitgestellt.

Beim Ausführungsbeispiel konnten die folgenden Vorteile festgestellt werden:

- Eine Einzelauslese von unter  $100\text{ }\mu\text{m}$  breiten Segmenten ist möglich;
- eine Ortsauflösung von besser als  $100\text{ }\mu\text{m} \times 100\text{ }\mu\text{m}$  kann realisiert werden;
- ein Betrieb bei hohen Zählraten oberhalb von  $10^5$  Ereignissen pro Sekunde ist möglich;
- eine schnelle Ortsbestimmung (typischerweise  $20\text{ ns}$  für Germanium) für  
30 Triggerzwecke und zur Auflösung von Mehrdeutigkeiten ist durchführbar;
- es gelingt der Nachweis von zwei oder mehr gleichzeitig einfallenden Teilchen oder Photonen;
- Eine dreidimensionale Ortsbestimmung ( $\Delta z \sim 100\text{ }\mu\text{m}$ ) durch individuelle Driftzeitmessungen pro Segment mit Zeitaufösungen  $< 10\text{ ns FWHM}$  kann  
35 durchgeführt werden;

- eine Teilchenidentifikation durch Messung der Driftzeitdifferenzen ist durchführbar.

- Die Maße eines Detektors betragen typischerweise 3 Zoll im Durchmesser. Die Dicke des Detektors beträgt typischerweise 10 bis 20 mm. Die effektive Dicke der Borschicht liegt regelmäßig unterhalb von 1  $\mu\text{m}$ . Die Dicke der amorphen Germaniumschicht ist typischerweise ca. 0,1  $\mu\text{m}$  dick. Die Metallschicht ist typischerweise 0,1 bis 0,2  $\mu\text{m}$  dick. Die Tiefe der Gräben beträgt typischerweise 10  $\mu\text{m}$ .
- 10 Beim Stand der Technik reicht Implantiertes Bor regelmäßig bis zu 10  $\mu\text{m}$  oder sogar bis zu 20  $\mu\text{m}$  in den Germaniumkristall hinein. Bis in diese Tiefe wurde auch geätzt. Im vorliegenden Fall unterscheidet sich die Erfindung vom Stand der Technik insbesondere dadurch, dass die Tiefe des Grabens sehr viel weiter reicht, als dies für die Metallschicht oder aber auch für die amorphe Germaniumschicht an für sich hätte erforderlich sein
- 15 müssen. Dies ist erfindungswesentlich, um die optimalen Wirkungen zu erzielen.

Anstelle eines Germaniumkristalls kann ein aus Silizium bestehender Kristall vorgesehen werden.

- 20 Der Detektor ist insbesondere im medizinischen Bereich einzusetzen, da die bisher verwendeten Detektoren nicht die erforderlichen Ortsauflösungen bei gleichzeitiger hoher Zählrate liefern. Die Ortsauflösung kann bei der vorliegenden Erfindung praktisch unbegrenzt gesteigert werden. Größenordnungsmäßig kann die Ortsauflösung im Vergleich zu bisher bei in der Medizin eingesetzten Detektoren unter Beibehaltung der
- 25 übrigen Leistungsfähigkeit ohne weiteres verdoppelt werden. Die Ortsauflösung im medizinischen Bereich betrug bisher 2 mm. Ortsauflösungen von 1 mm können nun unproblematisch realisiert werden. Insbesondere im Bereich der Tomographie wird der Detektor eingesetzt, um zu wesentlich besseren Ergebnissen zu gelangen.
- 30 Positronen-Emissionstomographie ist ein weiteres an Gebiet im medizinischen Bereich, wo der Detektor vorteilhaft eingesetzt werden kann. SPECT ist ein weiteres Anwendungsbeispiel. Der Detektor ist dann insbesondere Bestandteil einer Compton-Kamera. Kleintierpositronen-Emissionstomographie ist ein weiteres typisches Anwendungsbeispiel in der Medizin.

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet ist die Astrophysik für den vorliegenden Detektor.

5 Anhand der Figuren 1 und 2 werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Schnitt durch einen aus Germanium bestehenden Halbleiter 1. Der Halbleiter 1 weist an einer Oberfläche ein Schicht 2 auf, die aus amorphem Germanium besteht. Diese bildet einen  $n^+$ -Kontakt. Entgegengesetzt befindet sich eine Schicht 3 des Halbleiters, die mit Bor dotiert ist. Diese bildet einen  $p^+$ -Kontakt. Auf den Schichten 2  
10 und 3 sind metallische Schichten 4 und 5 aufgebracht, die der elektrischen Kontaktierung dienen.

Im Unterschied zum Stand der Technik ist auf der Seite mit dem  $n^+$ -Kontakt nicht  
15 lediglich die metallische Schicht streifenförmig strukturiert. Statt dessen reichen die Gräben 5 bis in die amorphe Schicht 2 hinein, so dass diese einzelne voneinander getrennte Segmente aufweist.

Auf der entgegengesetzten Seite kann der  $p^+$ -Kontakt ebenfalls streifenförmig strukturiert  
20 sein. Die Streifen verlaufen dann grundsätzlich senkrecht zu den Streifen auf der Seite mit dem amorphem Germanium. (hier also parallel zur Papierebene). Daher sind keine Gräben sichtbar.

Besonders leistungsfähig ist die Ausführungsform gemäß Figur 2. Hier reichen die  
25 Gräben 5 bis in das Halbleitermaterial hinein.

Anstelle von Germanium kann beispielsweise kristallines bzw. amorphes Silizium eingesetzt sein. Als Halbleitermaterial kommen III-V-Verbindungen wie GaAs oder CdTe in Betracht. Anstelle einer Dotierung mit Bor wurde festgestellt, dass die Schicht 3 durch  
30 amorphes Germanium oder aber auch amorphes Silizium ersetzt sein kann. Warum dies funktioniert, ist physikalisch nicht geklärt.

Die Breite der Gräben liegen zwischen 1 und 200  $\mu\text{m}$ . Die Streifen sind also 1 und 200  $\mu\text{m}$  voneinander entfernt.



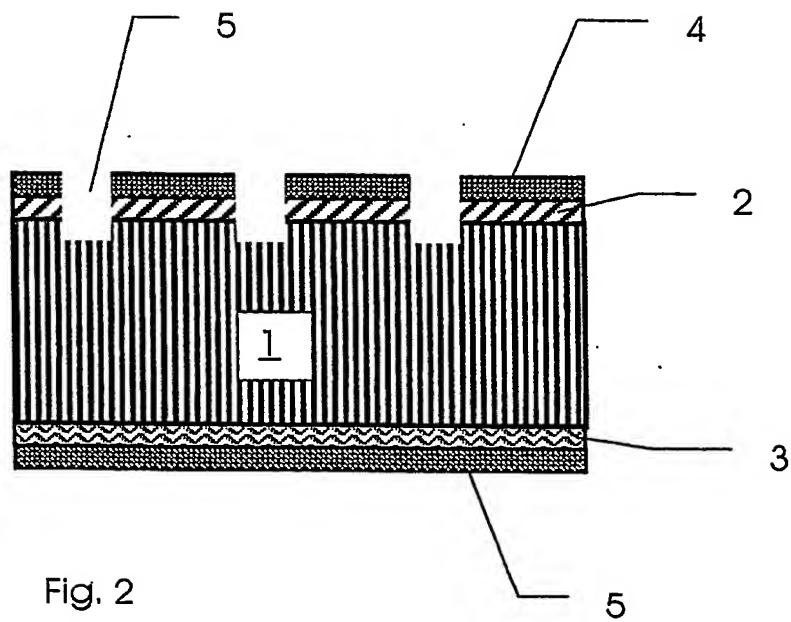
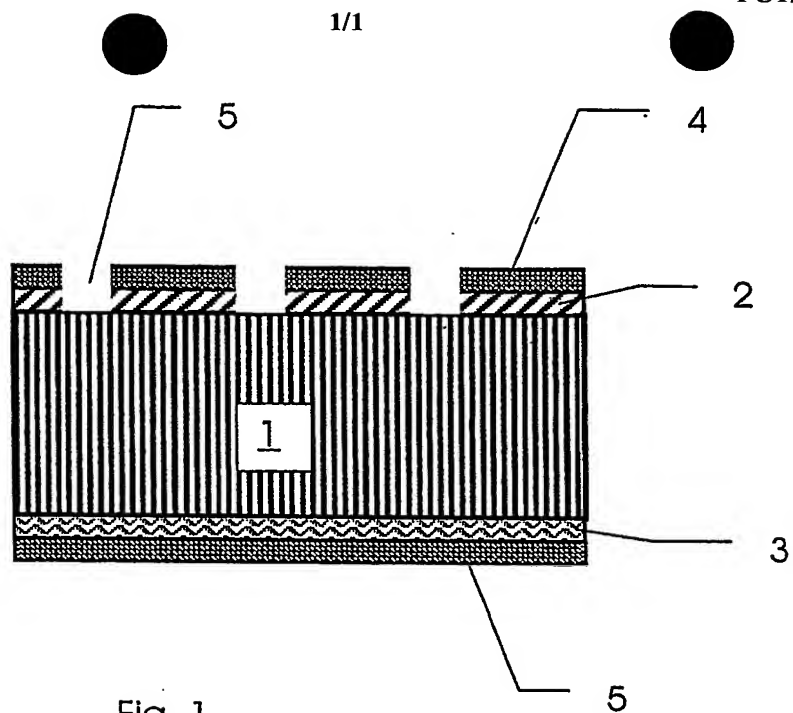
Ansprüche

1. Ortsauflösender Detektor für die Messung von geladenen Teilchen mit einem Oberflächenbereich, der durch eine amorphe Schicht und eine darüber befindliche, strukturierte metallische Schicht gebildet ist,  
5  
dadurch gekennzeichnet, dass  
10  
die Struktur der metallischen Schicht in die amorphe Schicht hinein fortgesetzt ist.
2. Ortsauflösender Detektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur der metallischen Schicht durch die amorphe Schicht hindurch bis in die Kristallstruktur hineinreicht, auf der die amorphe Schicht aufgebracht ist.  
15
3. Ortsauflösender Detektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die amorphe Schicht aus Germanium oder Silizium gebildet ist.
4. Ortsauflösender Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Schicht aus Aluminium, Palladium oder Gold besteht.  
20
5. Ortsauflösender Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der kristalline Bereich unterhalb der amorphen Schicht aus Germanium, Silizium oder einer III-V-Verbindung gebildet ist.  
25
6. Ortsauflösender Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur durch Segmente gebildet ist, die untereinander einen Abstand von weniger als 200  $\mu\text{m}$ , insbesondere einen Abstand von weniger als 100  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von weniger als 20  $\mu\text{m}$  aufweisen.  
30
7. Ortsauflösender Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die amorphe Schicht auf einem Halbleitermaterial

aufgebracht ist.

- 5 8. Ortsauflösender Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die amorphe Schicht eine elektrische Leitfähigkeit aufweist, die wesentlich kleiner als die Leitfähigkeit des Material ist, welches sich unterhalb der amorphen Schicht befindet.
- 10 9. Tomograph oder Compton-Kamera mit einem Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

1/1



(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



18 OCT 2004



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2003/088368 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 31/115**

(74) Anwalt: **GILLE HRABAL STRUCK NEIDLEIN  
PROP ROOS**; Brucknerstr. 20, 40593 Düsseldorf (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2003/003485**

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. April 2003 (03.04.2003)

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 17 426.1 18. April 2002 (18.04.2002) DE

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH** [DE/DE]; 52425 Jülich (DE).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(72) Erfinder; und

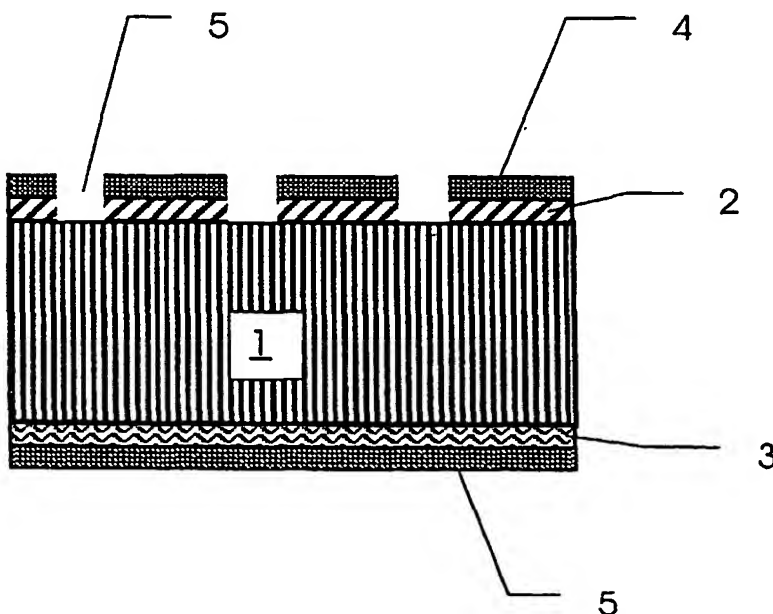
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PROTIC, Davor** [HR/DE]; Alte Dürener Str. 19, 52428 Jülich (DE).  
**KRINGS, Thomas** [DE/DE]; Vikariestr. 29, 52441 Linnich (DE).

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts: 5. Februar 2004

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **POSITION-SENSITIVE GERMANIUM DETECTORS HAVING A MICROSTRUCTURE ON BOTH CONTACT SURFACES**

(54) Bezeichnung: **ORTSEMPFINDLICHE GERMANIUMDETEKTOREN MIT MIKROSTRUKTUR AUF BEIDEN KONTAKTFLÄCHEN**



(57) Abstract: The invention relates to a high-resolution detector used to measure charged particles in a surface area that is formed by an amorphous layer and a superimposed, structured metal layer, whereby the structure of the metal layer extends right into the amorphous layer.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen ortsauflösenden Detektor für die Messung von geladenen Teilchen mit einem Oberflächenbereich, der durch eine amorphe Schicht und eine darüber befindliche, strukturierte metallische Schicht gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur der metallischen Schicht in die amorphe Schicht hinein fortgesetzt ist.

WO 2003/088368 A3



---

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International :ation No  
PCT/EP 03/03485

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01L31/115

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 175 120 B1 (MCGREGOR DOUGLAS S ET AL) 16 January 2001 (2001-01-16)	1-3,7,9
Y	column 3, line 46 -column 28, line 59; figures 4,35-40	4,6
Y	BECKER H ET AL: "NEW DEVELOPMENTS IN DOUBLE SIDED SILICON STRIP DETECTORS" IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 37, no. 2, 1 April 1990 (1990-04-01), pages 101-106, XP000142784 ISSN: 0018-9499	4,6
A	the whole document	1-3
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

18 November 2003

Date of mailing of the international search report

02/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boero, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internation

ication No

PCT/EP 03/03485

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HOLL P ET AL: "A DOUBLE-SIDED SILICON STRIP DETECTOR WITH CAPACITIVE READOUT AND A NEW METHOD OF INTEGRATED BIAS COUPLING" IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 36, no. 1 - 1, 1 February 1989 (1989-02-01), pages 251-255, XP000250117 ISSN: 0018-9499 the whole document ----	1-9
A	BECKER H ET AL: "READOUT OF DOUBLESIDED SILICON STRIP DETECTORS WITH HIGH DENSITY INTEGRATED ELECTRONICS" IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 36, no. 1, 1 February 1989 (1989-02-01), pages 246-250, XP000253827 ISSN: 0018-9499 the whole document ----	1-9
A	US 5 164 809 A (STREET ROBERT A ET AL) 17 November 1992 (1992-11-17) the whole document -----	1-9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International cation No  
PCT/EP 03/03485

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6175120	B1	16-01-2001 AU WO	8292898 A 9903155 A1
US 5164809	A	17-11-1992 NONE	08-02-1999 21-01-1999



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Patentantrag  
PCT/EP 03/03485

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H01L31/115

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RESEARCHIERTE GEBIETE**

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 175 120 B1 (MCGREGOR DOUGLAS S ET AL) 16. Januar 2001 (2001-01-16)	1-3,7,9
Y	Spalte 3, Zeile 46 -Spalte 28, Zeile 59; Abbildungen 4,35-40	4,6
Y	BECKER H ET AL: "NEW DEVELOPMENTS IN DOUBLE SIDED SILICON STRIP DETECTORS" IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 37, Nr. 2, 1. April 1990 (1990-04-01), Seiten 101-106, XP000142784 ISSN: 0018-9499	4,6
A	das ganze Dokument	1-3

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. November 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/12/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boero, M

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internation

:tenzeichen

PCT/EP 93/03485

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>HOLL P ET AL: "A DOUBLE-SIDED SILICON STRIP DETECTOR WITH CAPACITIVE READOUT AND A NEW METHOD OF INTEGRATED BIAS COUPLING" IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 36, Nr. 1 - 1, 1. Februar 1989 (1989-02-01), Seiten 251-255, XP000250117 ISSN: 0018-9499 das ganze Dokument</p> <p>----</p>	1-9
A	<p>BECKER H ET AL: "READOUT OF DOUBLESIDED SILICON STRIP DETECTORS WITH HIGH DENSITY INTEGRATED ELECTRONICS" IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 36, Nr. 1, 1. Februar 1989 (1989-02-01), Seiten 246-250, XP000253827 ISSN: 0018-9499 das ganze Dokument</p> <p>----</p>	1-9
A	<p>US 5 164 809 A (STREET ROBERT A ET AL) 17. November 1992 (1992-11-17) das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	1-9

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internation.

enzeichen

PCT/EP 03/03485

Im Recherchenbericht  
angeführtes Patentdokument

Datum der  
Veröffentlichung

Mitglied(er) der  
Patentfamilie

Datum der  
Veröffentlichung

US 6175120

B1

16-01-2001

AU

8292898 A

08-02-1999

WO

9903155 A1

21-01-1999

US 5164809

A

17-11-1992

KEINE